



**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И
НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего образования

**«КУРГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ»**

ул. Советская, д.63, строение 4,

г. Курган, 640020

Тел. (3522) 65-49-99, Факс (3522) 46-22-51

rektorat@kgsu.ru, www.kgsu.ru

05.03.2018 № 75-О-629

На № _____

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе

ФГБОУ ВО "Курганский

государственный университет"

доктор. пед. наук, доцент

Еговцева Надежда Николаевна

_____ 2018 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации ФГБОУ ВО "Курганский государственный университет" на диссертацию Шутемова Сергея Владимировича на тему: «Разработка и исследование модуля линейного вентильного электродвигателя для погружных нефтедобывающих насосов», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.01 «Электромеханика и электрические аппараты»

Актуальность темы

В связи с необходимостью повышения эффективности добычи нефти, используемые в настоящее время для мало- и среднедебитных, а также глубоких скважин, погружные плунжерные насосы с колонной насосных штанг, не удовлетворяют в полной мере запросам потребителей. В этой связи появилась

необходимость разработки эффективного линейного вентильного электропривода для создания погружных плунжерных бесштанговых электронасосных агрегатов. В связи с этим важной задачей явилась необходимость разработки рекомендаций по проектированию цилиндрического линейного вентильного электродвигателя (ЦЛВД) для глубоких и малодобитных скважин, а также разработка инженерных методик расчета его электромагнитных процессов.

Выбор привода на основе ЦЛВД связан с тем фактом, что единственным эффективным вариантом для низко- и среднедобитных скважин остается погружной плунжерный насос станка-качалки. Но при этом необходимо учитывать, что с увеличением глубины добычи увеличиваются потери на трение между колонной штанг и НКТ. Глубины эффективного использования станков-качалок ограничены в 2000 метров, так как при добыче на большей глубине происходит обрыв колонны штанг под действием собственного веса. Наличие переменных упругих деформаций колонны штанг не позволяет полностью использовать рабочий ход плунжера в цилиндре. При эксплуатации скважин штанговыми глубинными насосами происходит эмульгирование нефти в насосно-компрессорных трубах за счет возвратно-поступательного движения штанг. Соответственно, в качестве альтернативы, представляется более конкурентоспособным использование насосного агрегата, основанного на зарекомендовавшем себя надежностью и характеристиками плунжерном насосе, в связке с погружным цилиндрическим линейным вентильным электродвигателем возвратно-поступательного движения. При использовании нового привода на основе ЦЛВД видно, что оценка только по энергетическим параметрам двигателя не является полной, так как в процессе эксплуатации добычного агрегата с ЦЛВД не учитываются затраты на отсутствующие штанг и создание бетонного основания под станком-качалкой. Затраты на штанги и бетонное основание присутствуют в обычных станках-качалках, что дает дополнительное преимущество ЦЛВД.

При работе насосного агрегата на основе ЦЛВД необходимо учитывать, что передача энергии к забою скважины в виде электрической энергии по кабелю намного эффективнее, чем механическая передача штангой. При передаче энергии механической штангой в забой скважины, потери увеличиваются быстрее, чем при передаче электрической энергии по кабелю, при увеличении

глубины добычи нефти. Таким образом, понятно, что при больших глубинах добычи, штанги становятся мало пригодны и ЦЛВД получает преимущество.

Потери энергии ЦЛВД происходят непосредственно в забое скважины, что вызывает дополнительный нагрев пластовой жидкости и в результате уменьшается отложение парафина на стенках НКТ. Это дает дополнительное преимущество нефтяному агрегату с ЦЛВД на ряде месторождений, где происходит добыча вязкой нефти, нефти имеющей высокое содержание парафинов, так как не требуется установка дополнительных электрических нагревателей в забой. Именно в таком случае погружной плунжерный скважинный насос с ЦЛВД наиболее эффективен.

Основной объем диссертационной работы посвящен разработке ЦЛВД, его экспериментальному и теоретическому изучению, выбору рациональной конструкции магнитной цепи для получения максимального тягового усилия.

В связи с этим диссертационная работа Шутемова С.В., посвященная разработке и исследованию цилиндрического линейного вентильного двигателя, безусловно, актуальна и соответствует специальности 05.09.01 «Электромеханика и электрические аппараты».

Научная новизна исследований и полученных результатов

1. Разработана идеализированная математическая модель электромагнитных процессов ЦЛВД, которая учитывает распределение магнитного поля в двигателе по всем трем координатам и позволяет преобразовывать трехмерную модель к двумерной. Модель может быть быстро рассчитана методом конечных элементов, в ней учитывается влияние реакции якоря, насыщение стали магнитопровода и МДС постоянных магнитов.
2. Разработан алгоритм расчета электромагнитных процессов модуля ЦЛВД. Алгоритм совмещает численное моделирование электромагнитного поля на двухмерной полевой модели и геометрические размеры двигателя с трехмерной вариацией поля.
3. Представлены результаты анализа при рассмотрении возможных вариантов конструкций элементов индуктора и вторичного элемента модуля линейного вентильного электродвигателя, с целью увеличения удельной тяги.

4. Приведены результаты экспериментальных исследований опытного макета цилиндрического линейного вентильного двигателя.
5. Разработана методика расчета эффекта тяжения модуля цилиндрического линейного вентильного двигателя для определения сил трения вторичного элемента об индуктор.

Достоверность результатов

Основные положения, выносимые соискателем на защиту, представляются обоснованными и достоверными. Это обеспечивается строгим выполнением математических преобразований, принятием признанных допущений, использованием современных математических моделей и пакетов программ. Адекватность разработанных математических моделей подтверждается удовлетворительной сходимостью результатов расчета и экспериментального исследования работы ЦЛВД в статических и динамических режимах работы.

Практическая значимость работы

К числу наиболее значимых практических результатов следует отнести:

1. Разработанные методики, математические модели, алгоритмы и программы анализа электромеханических процессов, полученные результаты теоретических и экспериментальных исследований позволяют определять уточненные характеристики ЦЛВД.

2. Разработанный алгоритм расчета ЦЛВД имеет практическую ценность при разработке и совершенствовании двигателя, в учебном процессе ВУЗов при подготовке специалистов по электромеханике.

3. Применение разработанных методик анализа электромеханических процессов ЦЛВД с использованием взаимосвязанных полевых моделей и метода преобразования геометрии двигателя, что позволяет оценить влияние преобразователя частоты на энергетическую эффективность работы ЦЛВД в различных режимах.

Результаты диссертационной работы нашли практическое применение в ПАО «Мотовилихинские заводы» при выполнении НИОКР, в учебном процессе

ПНИПУ в материалах занятий со студентами по дисциплинам профиля «Электромеханика».

Рекомендации по дальнейшему использованию полученных результатов

Полученные теоретические и практические результаты могут служить методологической базой для повышения энергетической эффективности линейных вентильных машин. Это позволяет использовать проведенные исследования для использования в научно-исследовательских и проектных организациях, на предприятиях электротехнической промышленности при разработке и использовании линейных вентильных машин, в ВУЗах при подготовке студентов электромеханических специальностей.

Структура и объем диссертационной работы

Диссертация состоит из введения, шести глав, заключения и списка литературы. Работа изложена на 138 страницах, включающих 43 рисунка, 14 таблиц. Список литературы состоит из 98 наименований. Диссертационная работа выполнена с применением компьютерных технологий, и ее оформление соответствует требованиям, предъявляемым ВАК РФ к диссертационным работам.

Содержание диссертационной работы Шутемова С.В. в целом отвечает требованиям научной новизны и практической значимости, о чем свидетельствует достаточно широкая апробация результатов исследования на научно-технических конференциях и в научной печати.

Полнота опубликованных основных результатов диссертации

Автором по теме диссертации опубликовано 14 работ, из них опубликованы 5 статей в журналах, рекомендованных ВАК РФ. В публикациях достаточно полно отражены основные научные результаты. Результаты работы докладывались на ряде научных конференций.

Автореферат достаточно полно отражает содержание работы и отвечает требованиям ВАК РФ.

Содержание автореферата диссертации и опубликованные работы Палилова И.А. отражают основные положения и выводы диссертации, что позволяет сделать заключение о научном и техническом уровне работы.

Замечания

1. На Рис.1.3 (стр.25) представлен КПД передачи энергии до забоя скважины для различных вариантов исполнения привода, на основании чего делаются выводы по эффективности применения ЦЛВД, но при этом не учитывается КПД самого привода, что несколько снижает ценность анализа.
2. Электромагнитный расчет двигателя в главах 2,3 проведен оригинальным методом, можно было провести расчет методом магнитных сопротивлений, как в главе 6 при расчете эффекта тяжения двигателя. Почему не было сделано такое упрощение, которое применялось автором работы в главе 6?
3. На Рис. 4.1 показан разрез вторичного элемента ЦЛВД, и утверждается, что общее усилие двигателя составит 3 тонны, как такое большое усилие будет передано на шток плуждерного насоса без разрушения магнитов при изгибе вторичного элемента.
4. В главе 3 при расчетах электрических параметров двигателя не совсем понятны обозначения в таблицах 3.6-3.8, они не соответствуют общепринятым обозначениям.
5. Тепловой расчет двигателя не проводился, поэтому не понятно, как высокие температуры в скважине влияют на магнитную систему на основе магнитов NdFeB.
6. В диссертационной работе в главе 5.4 утверждается что для управления ЦЛВД используется бездатчиковое управление, но при этом на Рис 5.12 показаны датчики положения, непонятно зачем?
7. Эффект трения при тяжении модуля ЦЛВД без промежуточного подшипника (рис. 5.2) рассчитывался по уравнению (5.4), а для модуля ЦЛВД с одним промежуточным подшипником на (рис.6.4), данный расчет в диссертационной работе производился?

Заключение

Диссертация Шутемова С.В. представляет собой законченную научно-квалификационную работу. В работе применены современные подходы расчета полевых моделей с применением геометрических преобразований, применительно к цилиндрическим линейным вентильным двигателям. Отмеченные недостатки не снижают научной и практической ценности диссертации, выполненной на высоком научно-техническом уровне.

Диссертационная работа полностью соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней» ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, содержит актуальные научно обоснованные технические решения для электротехнической отрасли. Диссертация соответствует профилю специальности 05.09.01 – «Электромеханика и электрические аппараты» (технические науки), а ее автор – Шутемов Сергей Владимирович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.01 «Электромеханика и электрические аппараты».


Отзыв рассмотрен и одобрен на расширенном заседании кафедры «Энергетика и технология металлов» Курганского государственного университета «2» марта 2018 года (протокол № 7).

Заведующий кафедрой
«Энергетика и технология металлов»
КГУ, доцент, к.т.н.


Мошкин Владимир Иванович



Адрес организации: 640020, г. Курган, ул. Советская, д.63/4;
Тел./факс: +7 (3522) 65-49-51
E-mail: etm_kgu@kgsu.ru

ВЕРНО	
Зав. канцелярией	
Козлова М.А.	
« 05 » 05	20 08.